



TUGAS AKHIR - SS 145561

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUK DECIS DI PT. BAYER INDONESIA SURABAYA

Nadia Lady Thalia
NRP 10611500000079

Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, MT

Program Studi Diploma III
Departmen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUK DECIS
DI PT. BAYER INDONESIA SURABAYA**

Nadia Lady Thalia
NRP 10611500000079

Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, MT

Program Studi Diploma III
Departmen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - SS 145561

CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF DECIS PRODUCT IN PT.BAYER INDONESIA SURABAYA

Nadia Lady Thalia
NRP 10611500000079

Supervisor
Dra. Lucia Aridinanti, MT

Programme Study of Diploma III
Department of Business Statistics
Faculty of Vocation
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUK DECIS DI PT. BAYER INDONESIA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

NADIA LADY THALIA
NRP. 10611500000079

Surabaya, 2 Juli 2018

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir

Dra. Lucia Aridinanti, MT
NIP. 19610131 198701 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS

Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si
NIP. 19740328 199802 1 001



ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUK DECIS DI PT. BAYER INDONESIA SURABAYA

Nama : Nadia Lady Thalia
NRP : 10611500000079
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Pembimbing : Dra. Lucia Aridinanti, MT

Abstrak

PT. Bayer adalah perusahaan global dengan kompetensi di bidang Life Science terkait kesehatan dan pertanian, Salah satu produk pembasmi hama atau cairan insektisida yang ada di PT. Bayer adalah produk decis. Produk decis merupakan produk terbesar atau unggulan. Selama ini proses produksi produk decis di PT. Bayer Indonesia hanya dilakukan dengan analisis kimia dengan membandingkan hasil produksi spesifikasi yang telah ditentukan, belum pernah dilakukan analisis kapabilitas proses sehingga hasil yang diperoleh kurang informatif dan detail. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapabilitas proses formulasi produk decis dan mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya ketidaksesuaian dalam produk. Ada 3 variabel yang diukur dalam proses formulasi produk decis yaitu deltamethrine, density, dan pH dan ketiga variabel saling dependen. Peta kendali yang cocok digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses produksi adalah peta kendali \bar{m} dan untuk mengukur rata-rata kendali proses produksi menggunakan T^2 Hotelling. Hasil dari penelitian ini menunjukkan pada Bulan November 2017 (fase I) dan Bulan Desember 2017(fase II) telah terkendali untuk variabilitas proses maupun mean proses, serta kemampuan proses produksi pada Bulan November 2017 sebesar 1,99 dan Bulan Desember 2017 yaitu sebesar 4,28 sehingga dapat dikatakan proses kapabel dan mengalami peningkatan proses produksi.

Kata Kunci : *Kapabilitas Proses, Peta Kendali \bar{m} , Peta Kendali T^2 Hotelling*

CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF DECIS PRODUCT IN PT. BAYER INDONESIA SURABAYA

Name : Nadia Lady Thalia
NRP : 10611500000079
Departement : Business Statistics Faculty of Vocation
Supervisor : Dra. Lucia Aridinanti, MT

Abstract

PT.Bayer s a global company with competence in the field of life science health-related and agriculture, one of the products of the extreminatorr pest or a liquid an insecticide that is in pt.Bayer is the product decis.Products decis is the product the largest or seed.During this production process products decis in PT.Bayer indonesia it was only conducted by chemical analysis by comparing produce the specifications appointed, has never done analysis capabilities the process so that the results less than informative and detail.Research aims to understand the process formulation capabilities decis products and he knows the cause of the factors in the product.There are three variables measured in the process formulation decis namely deltamethrine products, density, and ph and third variable dependent each other. Control chart suitable used to control variability production process is a map control m and for measuring the average control production process use t2 hotteling.The result of the research indicated in november 2017 (phase i) and in december 2017 (phase ii) have uncontrollable to variability the process as well mean the process, and processing ability production in november 2017 of 1,99 and december 2017 is as much as 4.28 so that it can be said the process kapabel and increased production process.Password: capabilities the process, map control m, map control T^2 hotteling.

Keywords : Process Capability, Control Chart M, T^2 Hotelling Control Chart

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Hidayah dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kapabilitas Proses Produk Decis Di PT. Bayer Indonesia**”. Penyusunan laporan Tugas Akhir ini terselesaikan karena adanya bantuan, arahan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Maka dari itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan dengan sabar serta memberikan dukungan yang sangat besar bagi penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si. selaku dosen penguji sekaligus validator dan Ibu Noviyanti Santoso, S.Si, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak saran pada laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah menyediakan fasilitas untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Prodi DIII Statistika Bisnis yang telah membantu kelancaran pelaksanaan Tugas Akhir.
5. Ibu Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes, selaku dosen wali yang banyak memberikan nasehat, serta motivasi selama menempuh pendidikan.
6. Seluruh Dosen dan karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan pengalaman dan ilmu kepada penulis.
7. Bapak Erwin Darimar Siregar selaku Manager Departemen QA yang telah mengizinkan penulis melaksanakan penelitian Tugas Akhir di PT. Bayer Indonesia.
8. Bapak Anton Arwanto selaku Supervisor QA dan Pembimbing Lapangan yang telah membimbing dengan sabar selama masa penelitian di PT. Bayer Indonesia.

9. Orang tua, kakak dan adik serta seluruh keluarga besar yang selalu menjadi sosok inspiratif bagi saya selama ini, dan selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, semangat terbaik sehingga lancar dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. William Atmajaya, Dinar Sukma, Mirtha Rezkyana, Adinda Nur Aulia yang telah senantiasa membantu dan memberi motivasi kepada penulis.
11. Senior-senior dari Jurusan D3 khususnya mas dhani dan mbak ardhilla, serta seluruh angkatan 2015 “HEROES” Statistika ITS yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Laporan Tugas Akhir ini sangat jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun sehingga laporan ini dapat mencapai kesempurnaan, dan dapat dijadikan pertimbangan dalam pengerjaan laporan berikutnya.

Surabaya, 2 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Peta Kendali M.....	5
2.2 Peta Kendali T^2 Hotelling Individu	6
2.3 Pengujian Asumsi Peta Kendali	8
2.3.1 Dependensi Variabel	8
2.3.2 Pengujian Distribusi Normal Multivariat	9
2.3.3 Homogenitas Matriks Varian Kovarians	10
2.3.4 <i>Multivariate Analysis of Variances</i>	11
2.4 Diagram Sebab Akibat (Diagram Ishikawa)	13
2.5 Indeks Kapabilitas Proses Multivariat.....	14
2.6 PT. Bayer Indonesia	14
2.6.1 Produk Decis	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Variabel Penelitian	19
3.2 Teknik Pengambilan Sampel	19
3.3 Langkah Analisis	20

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kapabilitas Fase I	23
4.1.1 Pengujian Asumsi Peta Fase I.....	23
4.1.2 Analisis Peta Kendali M Fase 1	25
4.1.3 Analisis Peta Kendali T^2 Hotelling Individu Fase 1	27
4.1.4 Diagram Ishikawa Proses Produksi Decis Fase 1	28
4.1.5 Indeks Kapabilitas Proses Fase 1	29
4.2 <i>Multivariate Analysis of Variance</i> (MANOVA)	29
4.3 Analisis Kapabilitas Fase II.....	31
4.2.1 Pengujian Asumsi Fase II.	31
4.2.2 Analisis Peta Kendali M Fase II	33
4.2.3 Analisis Peta Kendali T^2 Hotelling Individu Fase II	34
4.2.4 Indeks Kapabilitas Fase II.....	35

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41
BIODATA PENULIS	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram <i>Ishikawa</i>	13
Gambar 2.2 Peta Proses Produksi	16
Gambar 3.1 Diagram Alir	22
Gambar 4.1 <i>Chi-Square</i> Plot Data Proses Produksi November 2017	25
Gambar 4.2 Peta Kendali M Proses Produksi November 2017	26
Gambar 4.3 Perbaikan Peta Kendali M Proses Produksi November 2017	26
Gambar 4.4 Peta Kendali T^2 Hotelling Individu Produksi November 2017	27
Gambar 4.5 Diagram <i>Ishikawa</i> Data Proses Produksi	28
Gambar 4.6 <i>Chi-Square</i> Plot Data Proses Produksi Desember 2017	33
Gambar 4.7 Peta Kendali M Proses Produksi Fase II	34
Gambar 4.8 Peta Kendali T^2 Hotelling Individu fase II	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Data Peta Kendali T^2 Hotteling.....	6
Tabel 2.2 Tabel Manova	11
Tabel 2.3 Distribusi <i>Wilk's Lambda</i>	12
Tabel 3.1 Karakteristik Kualitas Variabel	19
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian.....	20
Tabel 4.1 Manova	31
Tabel 4.2 Hasil proses produk decis	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data Proses Produksi Produk Decis November 2017 sebagai Fase I..... 41
Lampiran 2	Data Proses Produksi Produk Decis Desember 2017 sebagai Fase II..... 42
Lampiran 3	<i>Output</i> Independensi Variabel Fase I..... 42
Lampiran 4	<i>Output</i> Independensi Variabel Fase II..... 43
Lampiran 5	Program <i>Syntax</i> Distribusi Normal 43
Lampiran 6	<i>Output</i> Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase I 44
Lampiran 7	<i>Output</i> Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase II..... 45
Lampiran 8	Program <i>Syntax</i> Peta Kendali M 45
Lampiran 9	<i>Output</i> Statistik Uji M Data November 2017..... 47
Lampiran 10	<i>Output</i> Statistik Uji M Perbaikan Data November 2017 48
Lampiran 11	<i>Output</i> Statistik Uji M Data Desember 48
Lampiran 12	<i>Output</i> uji Box's M 48
Lampiran 13	<i>Output</i> uji MANOVA..... 49
Lampiran 14	<i>Output</i> Statistik Uji T^2 Hotteling Individu Data November 2017 50
Lampiran 15	<i>Output</i> Statistik Uji T^2 Hotteling Individu Data Desember 2017 50
Lampiran 16	Program <i>Syntax</i> Kapabilitas Proses Fase I.... 50
Lampiran 17	Program <i>Syntax</i> Kapabilitas Proses Fase II... 53
Lampiran 18	Surat Penerimaan Pengambilan Data..... 55
Lampiran 19	Surat Pernyataan Keaslian Data 57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dimana mayoritas dari penduduknya memiliki mata pencaharian sebagai petani. Selama ini diketahui bahwa sering terdapat tanaman yang rusak atau bahkan gagal panen dikarenakan hama tanaman, cuaca tidak menentu bahkan juga dapat dikarenakan pupuk yang digunakan tidak sesuai. Salah satu perusahaan yang terjun dalam *life science* terkait pertanian di Indonesia adalah PT. Bayer Indonesia.

PT. Bayer Indonesia memproduksi dan memasarkan berbagai produk farmasi (Obat dengan resep dokter, produk non-resep) dan produk untuk industri pertanian. Bayer mengoperasikan dua pabrik di Indonesia yang merupakan bagian dari fasilitas *supply chain* fasilitas produksi Bayer global. Sebagian besar produk dari kedua pabrik tersebut diekspor ke negara-negara di seluruh dunia serta dipasarkan di Indonesia. Untuk menjaga kualitas dan mutu produknya diperlukan adanya pengendalian kualitas, karena jika suatu proses produksi tidak dikendalikan maka hal tersebut dapat menimbulkan masalah yang salah satunya dapat menyebabkan produk cacat atau keluar dari batas spesifikasi. PT. Bayer memproduksi 2 jenis produk yaitu jenis liquid dan powder, salah satu produk jenis liquid adalah produk decis. Produk decis merupakan produk terbesar atau unggulan di perusahaan, produk tersebut yang gunanya untuk membasmi hama atau cairan insektisida (PT. Bayer Indonesia, 2018)

Untuk menghasilkan produk decis dengan spesifikasi yang sesuai, perlu dilakukan pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas yang selama ini dilakukan oleh perusahaan hanya secara analisis kimiawi yaitu dengan cara memeriksa variabel kualitas dengan spesifikasi parameter yang sudah ditentukan sehingga jika terjadi ketidaksesuaian pada kualitas produk atau tidak memenuhi batas spesifikasi maka tidak dilanjutkan analisa statistik yang

lebih informatif, dimana karakteristik kualitas formulasi adalah *deltamethrine*, *water content*, *density*, *emulsi sediment* dan *pH* tetapi dalam penelitian ini tidak menggunakan variabel *water content* dan *emulsi sediment* karena pada produk decis untuk parameter *water content* tidak dilakukan pemeriksaan sedangkan *emulsi sediment* datanya berupa nilai 0. *Deltamethrine* merupakan bahan aktif sedangkan *density* adalah massa jenis, dalam menentukan nilai *deltamethrine* perlu adanya nilai *density* jadi jika dikaitkan secara teori ketiga variabel tersebut saling berhubungan yaitu semakin besar nilai *density* maka semakin kecil nilai *deltamethrine* dan akan pH akan semakin besar. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa statistik secara multivariat terhadap proses produksinya. Analisa statistik yang sesuai digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi dari ketiga jenis variabel telah terkendali secara statistik atau belum, maka digunakan peta kendali multivariat. Peta kendali multivariat yang digunakan dan sesuai dengan sampel individu pada karakteristik kualitas produksi jenis liquid di PT. Bayer Indonesia adalah peta kendali M dan T^2 Hotelling, dimana peta kendali ini dapat digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses produksi serta mean proses produksi secara multivariat. Hasil proses produksi yang telah terkendali secara statistik, dapat dilakukan analisis kapabilitas proses untuk mengetahui bahwa proses produksi yang berlangsung sudah kapabel atau belum. Kapabilitas proses bertujuan untuk menunjukkan kemampuan suatu proses dalam memenuhi batas spesifikasi yang telah ditentukan (Montgomery, 2013).

1.2 Perumusan Masalah

Perusahaan telah menerapkan analisis kualitas terhadap produksi decis, dari aspek kimia yaitu dengan cara memeriksa variabel kualitas dengan spesifikasi parameter yang sudah ditentukan tetapi belum pernah dilakukan analisis kapabilitas proses. Dimana jika terjadi ketidaksesuaian tidak diketahui penyebabnya secara spesifik, dan ketidaksesuaian tersebut dapat

berpengaruh terhadap kualitas produk, oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan salah satu bentuk pengendalian kualitas secara statistika yaitu analisis kapabilitas untuk mengetahui apakah proses sudah kapabel. Jika tidak kapabel dapat dilakukan langkah percobaan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan adalah sebagai berikut.

1. Melakukan analisis kapabilitas pada proses produksi decis di PT. Bayer Indonesia
2. Mengidentifikasi penyebab terjadinya *out of control* pada proses produksi decis di PT. Bayer Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberi informasi tentang indeks kapabilitas proses apakah telah kapabel atau belum, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk apabila kemampuan proses belum kapabel dan mempertahankan jika kemampuan proses telah kapabel.
2. Menginformasikan apa saja yang menjadi faktor-faktor penyebab dari ketidaksesuaian pada proses produksi, agar dapat dilakukan perbaikan berdasarkan akar permasalahan.

1.5 Batasan Masalah

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil pemeriksaan proses formulasi produksi decis oleh bagian *Quality Assurance* pada bulan November 2017 sebanyak 23 batch dan Desember 2017 sebanyak 12 batch dengan variabel sebanyak 3 parameter dari 5 parameter yang ada di perusahaan.

Halaman ni Sengaja Dikosongkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Suatu proses dikatakan kapabel apabila proses telah terkendali secara statistik dan memiliki nilai presisi dan akurasi lebih dari satu. Proses dikatakan terkendali dapat diketahui dengan menggunakan peta kendali. Dalam hal ini akan digunakan peta kendali T^2 Hotteling individu dan peta M dengan asumsi variabel yang digunakan harus dependen dan berdistribusi normal multivariat. Dalam penelitian ini juga akan diuji apakah terjadi pergeseran proses antara fase 1 dan fase 2 dengan menggunakan analisis MANOVA. Berikut akan diuraikan prinsip-prinsip metode tersebut dengan asumsi yang dibutuhkan.

2.1 Peta Kendali M

Peta kendali M merupakan peta kendali yang digunakan untuk mengontrol variabilitas proses multivariat pada data dengan sampel individu. Nilai statistik untuk Peta Kendali M didasarkan pada rumus $\bar{x}_{i+1} - \bar{x}_i$ yang diperoleh dari matriks \mathbf{V} dengan ditunjukkan pada Persamaan (2.1) (Montgomery, 2013).

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} (\mathbf{X}_{2j} - \mathbf{X}_{1j})' \\ (\mathbf{X}_{3j} - \mathbf{X}_{2j})' \\ \vdots \\ (\mathbf{X}_{nj} - \mathbf{X}_{(n-1)j})' \end{bmatrix}, j = 1, 2, 3 \quad (2.1)$$

Perhitungan nilai statistik peta kendali M ditunjukkan pada Persamaan (2.2) dan batas kendali peta kendali M ditunjukkan pada Persamaan (2.3) & (2.4) (Khoo dan Quah, 2003).

$$\mathbf{M}_i = \frac{1}{2} (\mathbf{X}_{(i+1)j} - \mathbf{X}_{ij})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{X}_{(i+1)j} - \mathbf{X}_{ij}) \quad (2.2)$$

$$\text{BKA} = \chi^2_{p, 0.0027/2} \quad (2.3)$$

$$\text{BKB} = \chi^2_{p, 1-0.0027/2} \quad (2.4)$$

keterangan

S^{-1} = Invers matriks varian kovarian

BKA = Batas Kendali Atas

BKB = Batas Kendali Bawah

2.2 Peta Kendali T^2 Hotteling Individu

Peta kendali T^2 Hotteling individu merupakan peta kendali multivariat yang digunakan untuk mengendalikan suatu *mean* proses ketika variabel yang diamati lebih dari satu jenis dan memiliki ukuran subgroup sebanyak satu (Montgomery, 2013) dengan struktur data peta kendali T^2 Hotteling yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Struktur Data T^2 Hotteling

Sampel ke- (i)	Karakteristik Kualitas (j)					
	X_1	X_2	....	X_j	....	X_p
1	X_{11}	X_{12}	....	X_{1j}	....	X_{1p}
2	X_{21}	X_{22}	....	X_{2j}	....	X_{2p}
I	X_{i1}	X_{i2}	....	X_{ij}	....	X_{ip}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
N	X_{n1}	X_{n2}	....	X_{nj}	....	X_{np}
Rata-rata	$\bar{X}_{.1}$	$\bar{X}_{.2}$	....	$\bar{X}_{.j}$	....	$\bar{X}_{.p}$
Varian	$S_{.1}^2$	$S_{.2}^2$	....	$S_{.j}^2$	....	$S_{.p}^2$

Keterangan :

x_{ij} : nilai pengamatan pada observasi ke-i, karakteristik kualitas ke-j

i : banyaknya sampel sejumlah n

j : banyaknya karakteristik kualitas sejumlah p

Matriks varians kovarians ditunjukkan pada Persamaan

$$S_h = \frac{1}{2} \frac{\mathbf{V}'\mathbf{V}}{(n-1)} \quad (2.5)$$

Nilai statistik T^2 Hotteling Individu pada Persamaan (2.6)

$$\mathbf{T}_i^2 = (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_j)' \mathbf{S}_h^{-1} (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_j) \quad (2.6)$$

Analisis menggunakan peta kendali T^2 Hotteling individu terdapat dua fase. Fase I digunakan untuk memperoleh pengamatan yang berada dalam batas kendali sehingga batas kendali pada fase I dapat digunakan untuk fase II yang berguna untuk mengontrol produksi dimasa depan berdasarkan data pada periode selanjutnya ketika telah diketahui terdapat pergeseran proses yang signifikan atau adanya perbedaan antara proses produksi fase I dengan fase II. Batas kendali untuk peta kendali T^2 Hotteling pada fase I ditunjukkan pada Persamaan (2.7).

$$BKA = \frac{(n-1)^2}{n} \beta_{(n-p-1)/2} \quad (2.7)$$

$$BKB = 0$$

Batas kendali peta T^2 Hotteling pada fase II berdasarkan fase I ditunjukkan pada Persamaan (2.8).

$$BKA = \frac{p(n+1)(n-1)}{n^2 - np} F_{p, n-p} \quad (2.8)$$

$$BKB = 0$$

Keterangan:

n = Banyaknya sampel

p = Banyaknya karakteristik kualitas (variabel)

Proses produksi dikatakan terkendali jika plot T^2 Hotteling Individu berada dalam batas kendali (Montgomery, 2013).

2.3 Pengujian Asumsi Peta Kendali

2.3.1 Dependensi Variabel

Pengamatan dengan sejumlah p variabel, dikatakan independen jika matriks korelasi antar variabel sama dengan matriks identitas ($\mathbf{R}=\mathbf{I}$), untuk mengetahui apakah variabel saling independen digunakan hipotesis sebagai berikut (Rencher, 2002).

Hipotesis :

$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Antar variabel saling independen)

$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Antar variabel saling dependen)

Statistik uji yang digunakan untuk mengetahui hubungan antar karakteristik kualitas ditunjukkan pada Persamaan (2.9).

$$\chi^2 = - \left[n - 1 - \frac{2p+5}{6} \right] \ln |\mathbf{R}| \quad (2.9)$$

\mathbf{R} : Matriks korelasi dari masing-masing variabel

$|\mathbf{R}|$: Determinan matrik korelasi

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \Lambda & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \Lambda & r_{2p} \\ M & M & O & M \\ r_{p1} & r_{p2} & \Lambda & 1 \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

Andaikan tingkat signifikan ditentukan sebesar $\alpha = 0,05$ maka

H_0 ditolak jika nilai $\chi^2 > \chi^2_{\alpha; 1/2p(p-1)}$

dimana

$$r_{x_j, x_p} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ip} - \bar{x}_p)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \sum_{i=1}^n (x_{ip} - \bar{x}_p)^2}} \quad (2.11)$$

2.3.2 Pengujian Distribusi Normal Multivariat

Pengujian distribusi normal multivariat adalah pengembangan dari bentuk distribusi normal univariat dengan

jumlah variabel lebih dari satu. Distribusi ini digunakan pada data yang saling berhubungan (dependen). Apabila terdapat sejumlah p variabel yang dinyatakan dalam bentuk vektor acak $\mathbf{X}' = \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_p\}$ yang mengikuti distribusi normal multivariat dengan fungsi densitas sebagai berikut (Johnson & Whicern, 2007):

$$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(\mathbf{x}-\mu)' \Sigma^{-1}(\mathbf{x}-\mu)}, -\infty < \mathbf{x}_j < \infty, j = 1, 2, \dots, p \quad (2.12)$$

Untuk mengetahui apakah suatu variabel random X berdistribusi normal multivariat dapat dilakukan dengan cara yaitu

1. Pemeriksaan Menggunakan *Chi-square Plot*

A. Menghitung nilai \mathbf{d}_i^2 dimana

$$\mathbf{d}_i^2 = (\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{.j})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_{.j}) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.13)$$

$$\mathbf{S}_g = \begin{bmatrix} s_1^2 & s_{12} & \Lambda & s_{1p} \\ & s_2^2 & \Lambda & s_{2p} \\ & & \mathbf{O} & \mathbf{M} \\ & & & s_p^2 \end{bmatrix}$$

$$s_{jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_{.j})(x_{ik} - \bar{x}_{.k})$$

$$s_{.j}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_{.j})^2$$

keterangan

\mathbf{x}_{ij} = vektor pengamatan ke- i pada variabel ke- j

$\bar{\mathbf{x}}_{.j}$ = vektor rata-rata variabel ke- j

i = banyaknya pengamatan sejumlah n

\mathbf{S}^{-1} = Invers matriks varian kovarian \mathbf{S}_g

- B. Mengurutkan nilai \mathbf{d}_i^2 dari terkecil hingga terbesar $\mathbf{d}_1^2 \leq \mathbf{d}_2^2 \leq \dots \leq \mathbf{d}_n^2$.
- C. Menentukan nilai $\mathbf{q}_i = \chi^2_{(p; (n-i+0,5)/n)}$, $i=1, 2, \dots, n$
- D. Membuat *Chi-square Plot* antara \mathbf{d}_i^2 dan \mathbf{q}_i , dikatakan berdistribusi normal multivariat jika plot \mathbf{d}_i^2 mendekati garis linier.

2. Pemeriksaan Proporsi

Untuk mengetahui apakah suatu vektor \mathbf{X} berdistribusi normal multivariat, dengan cara melihat nilai \mathbf{d}_i^2 pada Persamaan (2.13) yang lebih kecil dari nilai tabel $\chi^2_{(p; \alpha)}$. Apabila sebaran data lebih dari 50% maka tingkat proporsi berdistribusi normal multivariat.

2.3.3 Homogenitas Matriks Varian Kovarians

Untuk mengetahui apakah matriks varian kovarians homogen atau tidak maka dilakukan pengujian dengan menggunakan *Box's M* dengan hipotesis sebagai berikut (Johnson dan Wichern, 2007).

$$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \Sigma_\lambda \neq \Sigma_g, \text{ dimana } \lambda=1, 2, \dots, g$$

Statistik Uji :

$$C = (1-u)M \quad (2.14)$$

Dimana,

$$u = \left[\sum_{\lambda} \frac{1}{(n_{\lambda} - 1)} - \frac{1}{\sum_{\lambda} (n_{\lambda} - 1)} \right] \left[\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(g-1)} \right] \quad (2.15)$$

$$M = \left[\sum_{\lambda} (n_{\lambda} - 1) \ln |S_{\text{pooled}}| - \sum_{\lambda} \sum_{\lambda} [(n_{\lambda} - 1) \ln |S_{\lambda}|] \right] \quad (2.16)$$

$$S_{pooled} = \frac{1}{\sum_{\lambda=1}^g (n_{\lambda} - 1)} \left\{ (n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2 + \dots + (n_g - 1)S_g \right\} \quad (2.17)$$

Andaikan tingkat signifikan di tentukan sebesar $\alpha = 0,05$ maka H_0 ditolak jika $C > \chi^2_{p(p+1)(g-1)/2; \alpha}$.

2.3.4 Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)

Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) adalah teknik analisis yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua populasi atau lebih dalam kasus multivariat random sampel yang diperoleh dari g populasi (Johnson dan Wichern, 2007). Sebelum melakukan pengujian, terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi sebagai berikut.

Susunan tabel MANOVA dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. MANOVA

Sumber Variasi	Matriks Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas
Perlakuan	$B = \sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} (\bar{\mathbf{x}}_{\lambda} - \bar{\mathbf{x}})(\bar{\mathbf{x}}_{\lambda} - \bar{\mathbf{x}})'$	$g - 1$
Residual	$W = \sum_{\lambda=1}^g \sum_{i=1}^{n_{\lambda}} (\bar{\mathbf{x}}_{\lambda i} - \bar{\mathbf{x}}_{\lambda})(\bar{\mathbf{x}}_{\lambda i} - \bar{\mathbf{x}}_{\lambda})'$	$\sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} - g$
Total	$B + W = \sum_{\lambda=1}^g \sum_{i=1}^{n_{\lambda}} (\bar{\mathbf{x}}_{\lambda i} - \bar{\mathbf{x}})(\bar{\mathbf{x}}_{\lambda i} - \bar{\mathbf{x}})'$	$\sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} - 1$

Setelah menyusun tabel MANOVA, maka selanjutnya menghitung nilai *Wilk's Lambda* ditunjukkan pada persamaan (2.18) dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \boldsymbol{\tau}_1 = \boldsymbol{\tau}_2 = \dots = \boldsymbol{\tau}_g = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu pasang } \boldsymbol{\tau}_g \neq 0,$$

Statistik uji :

$$\Lambda^* = \frac{|\mathbf{W}|}{|\mathbf{B} + \mathbf{W}|} \quad (2.19)$$

Jika sudah diperoleh nilai *Wilk's Lambda* maka menghitung nilai F_{hitung} berdasarkan distribusi *Wilk's Lambda* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Distribusi Wilks' Lambda

Jumlah Variabel	Jumlah Grup	Distribusi Sampling untuk Data Multivariat Normal
$p = 1$	$g \geq 2$	$\left(\frac{\sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} - g}{g - 1} \right) \left(\frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) \sim F_{g-1, \sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} - g}$
$p = 2$	$g \geq 2$	$\left(\frac{\sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} - g - 1}{g - 1} \right) \left(\frac{1 - \sqrt{\Lambda^*}}{\Lambda^*} \right) \sim F_{2(g-1), 2 \left(\sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} - g - 1 \right)}$
$p \geq 1$	$g = 2$	$\left(\frac{\sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} - p - 1}{p} \right) \left(\frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) \sim F_{p, \sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} - p - 1}$
$p \geq 1$	$g = 3$	$\left(\frac{\sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} - p - 2}{p} \right) \left(\frac{1 - \sqrt{\Lambda^*}}{\Lambda^*} \right) \sim F_{2p, 2 \left(\sum_{\lambda=1}^g n_{\lambda} - p - 2 \right)}$

Daerah penolakan:

Jika tingkat signifikan di tentukan sebesar $\alpha = 0,05$ maka H_0 ditolak, apabila $F_{hitung} > F_{(\alpha; df 1; df 2)}$

Asumsi homogenitas varians kovarians yang tidak terpenuhi maka analisis perbedaan *treatment* dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Behrens-Fisher* pada persamaan (2.20) dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Daerah kritis : H_0 ditolak jika $T^2 > \chi^2_{(\alpha, p)}$

Statistik Uji :

$$T^2 = [\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2] \left[\frac{1}{n_1} \mathbf{S}_1 + \frac{1}{n_2} \mathbf{S}_2 \right]^{-1} [\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2] \quad (2.20)$$

dimana,

$\bar{\mathbf{x}}_1$ = matriks rata-rata pada perlakuan ke-1

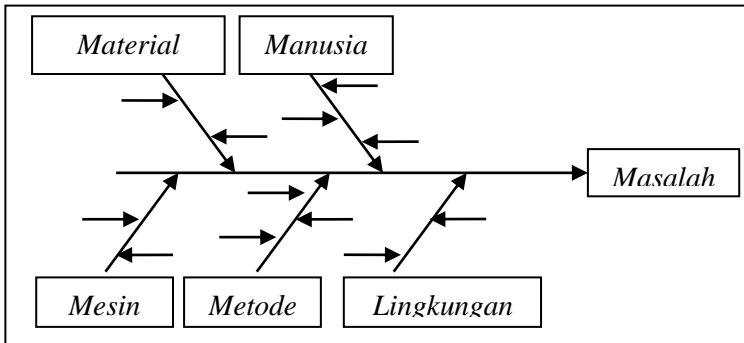
$\bar{\mathbf{x}}_2$ = matriks rata-rata pada perlakuan ke-2

\mathbf{S}_1 = matriks varians kovarians perlakuan ke-1

\mathbf{S}_2 = matriks varians kovarians perlakuan ke-2

2.4 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat disebut juga diagram tulang ikan karena bentuknya yang mirip tulang ikan dan biasa juga disebut sebagai diagram *Ishikawa*. Diagram ini menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya seperti material, manusia, mesin, metode, dan lingkungan, sehingga lebih mudah dalam penanganannya karena dapat melukiskan dengan jelas berbagai penyebab ketidaksesuaian dalam produk. (Heizer, Render and Munson 2017).



Gambar 2.1 Diagram Ishikawa

2.5 Indeks Kapabilitas Proses Multivariat

Kapabilitas proses adalah suatu analisis guna menaksir kemampuan proses. Analisis kemampuan proses merupakan bagian yang sangat penting dari keseluruhan program

peningkatan kualitas (Kotz & Johnson, 1993). Adapun ketentuan dari nilai C_p adalah sebagai berikut:

1. Jika $C_p > 1$ maka dikatakan kemampuan proses sangat baik
2. Jika $C_p = 1$ maka dikatakan kemampuan proses sesuai
3. Jika $C_p < 1$ maka dikatakan kemampuan proses tidak sesuai standart

Asumsi peta kendali harus keadaan terkendali, sehingga nilai indeks kapabilitas proses (C_p) multivariat ditunjukkan pada Persamaan (2.21)

$$C_p = \frac{K}{\chi^2_{\alpha, p}} \left[\frac{(n-1)p}{W} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.21)$$

$$W = \sum_{i=1}^m (\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_j)' \mathbf{A}^{-1} (\mathbf{X}_{ij} - \bar{\mathbf{X}}_j) \quad (2.22)$$

$$\mathbf{A}^{-1} = (\mathbf{X}_{ij}' \mathbf{X}_{ij})^{-1} \quad (2.23)$$

$$\mathbf{K}^2 = (\bar{\mathbf{X}}_j - \xi_j)' \mathbf{S}_g^{-1} (\bar{\mathbf{X}}_j - \xi_j) \quad (2.24)$$

$$\xi_j = \frac{1}{2} (\text{BSA} + \text{BSB}) \quad (2.25)$$

Keterangan

n = banyaknya pengamatan yang terkendali

BSA = Batas spesifikasi Atas (spesifikasi yang sudah ditentukan dari perusahaan)

BSB = Batas Spesifikasi Bawah

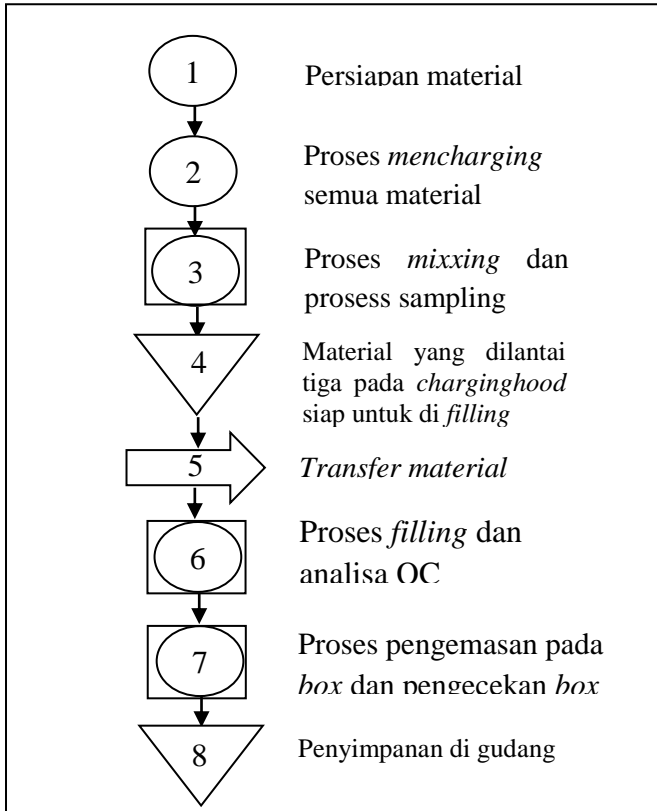
2.6 PT. Bayer Indonesia

Bayer adalah perusahaan global dengan kompetensi di bidang Life Science terkait kesehatan dan pertanian. Produk serta layanan Bayer dirancang untuk memberikan manfaat serta meningkatkan kualitas hidup manusia. Group Bayer bertujuan untuk menciptakan nilai melalui inovasi, pertumbuhan dan daya penghasilan tinggi. Sebagai korporasi, Bayer memegang teguh prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan serta tanggung jawab

sosial dan etika. Bayer beroperasi di Indonesia dengan badan hukum, PT. Bayer Indonesia memproduksi dan memasarkan berbagai produk farmasi (Obat dengan resep dokter, produk non-resep) dan produk untuk industri pertanian. Bayer mengoperasikan dua pabrik di Indonesia yang merupakan bagian dari fasilitas *supply chain* fasilitas produksi Bayer global. Sebagian besar produk dari kedua pabrik tersebut diekspor ke negara-negara di seluruh dunia serta dipasarkan di Indonesia (PT. Bayer Indonesia, 2018).

2.6.1 Produk Decis

Produk decis memiliki bahan aktif *deltamethrine* dengan warna formulasi kuning jernih, dan memiliki berbagai macam kemasan yaitu 50ml, 100ml, 500ml dan 5liter insektisida racun kontak dan lambung berbentuk pekatan yang dapat diemulsikan berwarna kuning jernih untuk mengendalikan hama pada tanaman anggrek, apel, bawang merah, belimbing, cabai, jagung, jarak pagar, jeruk, kacang hijau, kacang panjang dll. dengan keunggulan yaitu pilihan para pekebun untuk mengendalikan ulat api, decis memiliki *knock-down* yang sangat baik, dimana hama yang terkena dalam hitungan menit akan jatuh, kemudian mati, memiliki efek anti *feeding*. hama berhenti makan sehingga walaupun hama belum mati tetapi menimbulkan kerusakan lagi, mempunyai efek *repellent*, sehingga hama akan menghindari tanaman yang sudah diaplikasi, dosis aplikasi yang sangat rendah dibandingkan dengan produk lain (PT. Bayer Indonesia, 2018). Berikut merupakan gambaran proses produksi dari produk decis di tiap *batch*.



Gambar 2.2 Peta Proses Produksi

Persiapan material dilakukan oleh staging dan bertugas menyiapkan material yang dibutuhkan di area produksi. Setelah itu persiapan material ke produksi. Operator meminta material yang dibutuhkan kepada operator *forklift*, kemudian operator *forklift* mengirim materi yang diminta sesuai nomer *batch* yang sesuai dengan PO ke area formulasi. Operator melaksanakan proses formulasi sesuai PO yang dibutuhkan. Proses Formulasi adalah proses *mencharging material solven ke liquid, charging solid* di lantai tiga pada *charginghood*. Setelah itu sirkulasi 30 menit lalu sampling oleh QA. Setelah analisa QA *relesed operation* melakukan transfer ke *holding tank* untuk di *filling* pada mesin *filling* sesuai kemasan di PO *filling*. Mulai dari *filler*

nozzle sesuai kemasan, *setting* mesin *caper* sesuai kemasan pastikan *huttinger* berjalan dengan baik (botol tercap dengan sempurna dan klik *seal* terpasang sempurna tidak bocor). Lalu proses label berjalan dengan baik label sesuai dengan standart atau tidak mengkerut. Serta nomor *batch* sesuai PO. Setelah itu proses *packing* ke dalam *box* pastikan kesesuaian *cartoon box* dan nomor *coding box* berat tidak lebih atau kurang sesuai target. Lalu proses *palleting* dengan rapi sesuai jumlah *box* dalam satu *pallet* sesuai dengan *packing instruction*.

Halaman ni Sengaja Dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Deltamethrine (X_1) = merupakan salah satu bahan aktif atau zat kimia insektisida yang memiliki mekanisme menghasilkan racun atau toksin yang menyebabkan kelumpuhan organisme. Cara mengukur variabel deltamethrine yaitu menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*)
2. Density atau massa jenis (X_2) = adalah perbandingan antara massa suatu zat dengan volumenya, alat ukur yang digunakan pada variabel density yaitu densitometer
3. pH (X_3) = atau derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan. variabel ph diukur dengan pHmeter.

Tabel 3.1 Karakteristik Kualitas Variabel

Variabel	Karakteristik Kualitas	Spesifikasi	Satuan
X_1	Deltamethrine	21,3 – 28,8	g/l
X_2	Density	0,900 – 0,9400	g/ml
X_3	Ph	4,5 – 7,0	pH

Alat ukur yang digunakan pada parameter tersebut yaitu berbeda-beda. Hubungan dari ketiga jenis variabel kualitas adalah jika semakin besar nilai density kemungkinan deltamethrine semakin kecil dan pH akan semakin besar sedangkan hubungan variabel tersebut terhadap produk yaitu jika banyak kandungan didalam produk semakin besar maka presentase didalam produk atau volumenya semakin besar.

3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari hasil pemeriksaan formulasi produk decis di PT. Bayer Indonesia dengan surat penerimaan pengambilan data dan surat pernyataan keaslian data pada Lampiran 18

dan Lampiran 19. Data pemeriksaan formulasi produk tersebut terdiri dari beberapa karakteristik kualitas yang dilakukan pemeriksaan di setiap formulasi pada setiap harinya. Sehingga sampel yang diambil berbeda setiap harinya. Subgrup yang digunakan yaitu *batch* dikarenakan pengambilan sampelnya setiap formulasi. Data yang digunakan pada penelitian ini untuk fase I diambil pada bulan November 2017 sehingga diperoleh sebanyak 23 subgrup dan fase II diambil pada bulan Desember 2017 sehingga diperoleh sebanyak 12 subgrup karena pengambilan sampel setiap 1x formulasi dan 1 batch maka tiap bulannya jumlah *batch* yang diproduksi berbeda dan menyesuaikan permintaan yang ada.

Struktur data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

Batch ke-(i)	Karakteristik Kualitas ke-(j)		
	Deltamethrine (x_1)	Density (x_2)	pH (x_3)
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}
3	X_{31}	X_{32}	X_{33}
4	X_{41}	X_{42}	X_{43}
N	N	N	N
n	X_{n1}	X_{n2}	X_{n3}

3.3 Langkah Analisis

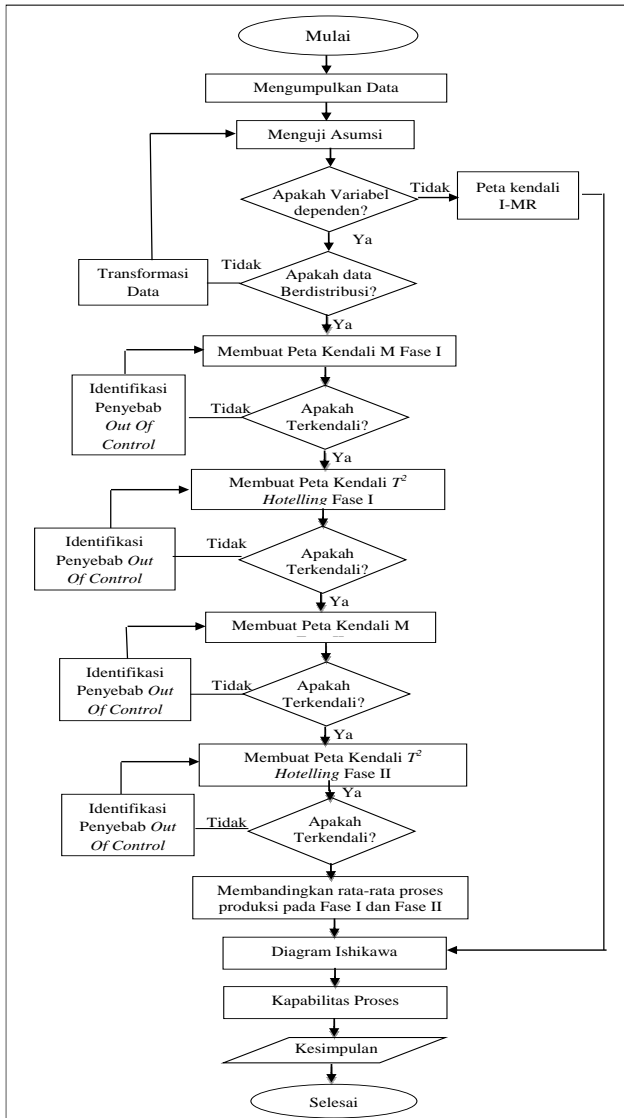
Langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data hasil pemeriksaan formulasi produk decis di PT. Bayer Indonesia pada periode November 2017 dan Desember 2017.
2. Mendeskripsikan data hasil pemeriksaan formulasi produk decis di PT. Bayer Indonesia pada periode November 2017 dan Desember 2017.
3. Melakukan pengujian asumsi dependensi variabel-variabel produksi decis berhubungan atau tidak pada fase I maupun

fase II, dan jika pengujian asumsi dependensi variabel tidak memenuhi asumsi maka digunakan peta kendali univariat yaitu peta kendali *Individual Moving Range* (I-MR).

4. Melakukan pemeriksaan asumsi normal multivariat untuk mengetahui apakah variabel-variabel produksi produk decis di PT. Bayer Indonesia telah berdistribusi normal multivariat pada fase I maupun fase II, dan jika pemeriksaan asumsi normal multivariat tidak memenuhi asumsi maka dilakukan transformasi.
5. Membuat peta kendali M untuk memonitoring variabilitas proses pada fase I, jika proses tidak terkendali maka diidentifikasi penyebab plot-plot keluar dari batas kendali dan dilakukan perbaikan pada peta kendali M.
6. Membuat peta kendali T^2 Hotteling fase I jika peta kendali M pada fase I telah terkendali secara statistik, dan ketika proses tidak terkendali maka diidentifikasi penyebab plot-plot keluar dari batas kendali dan dilakukan perbaikan pada peta kendali T^2 Hotteling.
7. Melakukan langkah analisis nomor 4 dan 5 kemudian pada fase II, membandingkan fase I apakah terjadi pergeseran proses.
8. Membuat Diagram *Ishikawa* untuk mengetahui faktor-faktor penyebab masalah terbesar pada fase I dan fase II.
9. Menganalisis kapabilitas proses multivariat pada fase I maupun fase II yang digunakan untuk mengetahui proses produksi produk decis telah kapabel atau belum serta mengalami peningkatan atau tidak.
10. Menginterpretasi hasil analisis data & menarik kesimpulan.

Diagram alir yang terbuat berdasarkan langkah analisis yang telah diuraikan adalah pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Fase I dan Fase II

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kapabilitas Fase I

Analisis pengendalian kualitas fase I digunakan untuk mendapatkan observasi yang berada dalam batas kendali sehingga batas kendalnya dapat ditetapkan untuk fase II yang merupakan pemantauan produksi masa depan. Fase I pada penelitian ini menggunakan data proses formulasi produk decis pada bulan November 2017 dengan pengamatan individu yang ditunjukkan di Lampiran 1. Data ini terdapat tiga jenis karakteristik kualitas (multivariat) sehingga peta kendali multivariat yang cocok untuk pengamatan individu adalah peta kendali M untuk memantau variabilitas proses dan peta T^2 Hotelling individu untuk memantau *mean* proses, dengan asumsi dependensi variabel dan berdistribusi normal multivariat harus terpenuhi terlebih dahulu.

4.1.1 Pengujian Asumsi Peta Fase I

Peta kendali multivariat memerlukan beberapa asumsi yaitu dependensi antar variabel dan distribusi normal multivariat. Analisis proses produksi fase I pada penelitian ini digunakan data proses formulasi produk decis pada bulan November 2017 pada Lampiran 1, dimana hasilnya ditunjukkan sebagai berikut.

A. Independensi Variabel Antar Karakteristik Kualitas Fase I

Pengujian independensi dilakukan untuk mengetahui hubungan dari ketiga variabel yang digunakan yaitu *Deltamethrine*, *Density*, dan pH apakah dependen atau tidak. Hipotesis dan hasil pengujian menggunakan metode *Bartlett Test* adalah sebagai berikut.

$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Hubungan antara variabel X_1 , X_2 , dan X_3 saling independen)

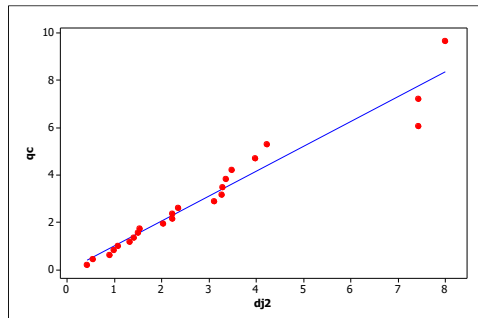
$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Hubungan antara variabel X_1 , X_2 , dan X_3 saling dependen)

Pengujian independensi variabel ini digunakan taraf signifikan sebesar 5% dengan digunakan statistik uji χ^2 pada Persamaan (2.11) dan data pada Lampiran 1 maka diperoleh *Output software* ditunjukkan pada Lampiran 3. Nilai χ^2 yang diperoleh sebesar 6,266 lebih kecil dari $\chi^2_{0,05;3}$ yaitu sebesar 7,814 serta didapatkan *P-value* sebesar 0,099 lebih besar dibandingkan dengan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak.

Kesimpulan yang dapat diambil dari keputusan tersebut adalah hubungan antara variabel *Deltamethrine*, *Density*, dan pH saling independen (tidak berhubungan). Hal ini tidak sesuai dengan fakta di lapangan bahwa ketiga variabel saling berhubungan, dimana jika semakin besar nilai density kemungkinan deltamethrine semakin kecil dan pH akan semakin besar sedangkan hubungan variabel tersebut terhadap produk yaitu jika banyak kandungan didalam produk semakin besar maka presentase didalam produk atau volumenya semakin besar begitupun sebaliknya. Sehingga asumsi dependensi variabel yang telah terpenuhi dapat dilanjutkan ke asumsi berdistribusi normal multivariat.

B. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase I

Pemeriksaan distribusi normal multivariat akan dilakukan pada ketiga karakteristik kualitas, yakni *Deltamethrine*, *Density*, dan pH untuk mengetahui apakah proses formulasi produk decis berdistribusi normal multivariat atau tidak. Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan dengan melihat *Chi-square Plot* antara \mathbf{d}_i^2 dengan $\mathbf{q}_i = \chi^2_{(p:(n-j+0,5)/n)}$ yang ditunjukkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 *Chi-square Plot* Data Proses Produksi November 2017

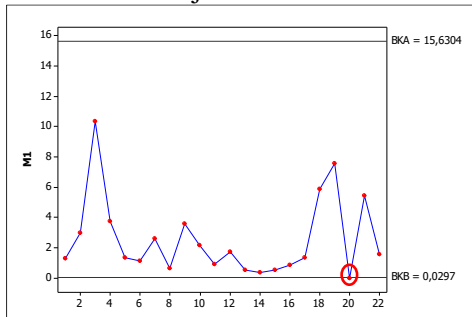
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa secara visual bahwa *plotting* garis merah data mengikuti garis linier, sehingga disimpulkan data proses formulasi produk decis November 2017 berdistribusi normal multivariat. Untuk menghitung nilai Proporsi distribusi normal multivariat menggunakan program *syntax* pada Lampiran 5 sehingga diperoleh *output* pada Lampiran 6 dan juga menunjukkan data berdistribusi normal multivariat dikarenakan proporsi yang didapatkan sebesar 0,565 yang setara dengan 57% lebih dari 50%.

Kedua asumsi peta kendali multivariat yaitu independensi variable dan distribusi normal multivariat telah terpenuhi, sehingga dapat dilanjutkan ke analisis selanjutnya yaitu membuat Peta Kendali M untuk mengukur variabilitas proses dan Peta Kendali T^2 Hotelling Individu untuk mengukur mean proses.

4.1.2 Analisis Peta Kendali M Fase I

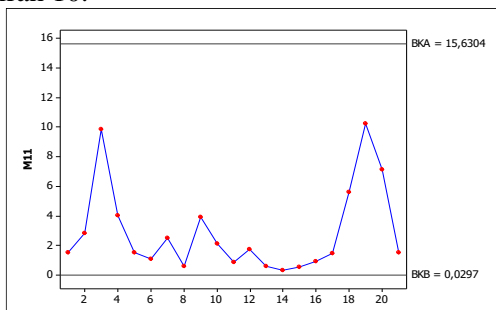
Peta kendali M digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses data multivariat berdasarkan pengamatan individu yang menggunakan metode *successive difference*. Pengendalian proses terhadap variabilitas ini menggunakan data di Lampiran 1. Pengendalian proses dilakukan terlebih dahulu dengan melihat apakah variabilitasnya terkendali atau belum, lalu dilanjutkan dengan melihat *mean* prosesnya apabila variabilitasnya sudah terkendali. Cara menghitung statistik M diperoleh dari Persamaan (2.4) dengan menggunakan program

Syntax pada Lampiran 8 sehingga diperoleh *Output* pada Lampiran 9. Hasil analisis pengendalian variabilitas proses formulasi produk decis ditunjukkan di Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Peta Kendali M Proses Produksi November 2017

Gambar 4.2 menunjukkan secara visual bahwa variabilitas proses formulasi produk decis terdapat pengamatan yang keluar dari Kendali Bawah yaitu pada observasi ke- 20. Kesimpulan yang didapatkan yaitu bahwa variabilitas proses proses formulasi produk decis tidak terkendali secara statistik sehingga harus dilakukan perbaikan terlebih dahulu agar dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya. Cara menghitung statistik M diperoleh dari Persamaan (2.4) dengan menggunakan program *Syntax* pada Lampiran 8 sehingga diperoleh *Output* perbaikan pada Lampiran 10.

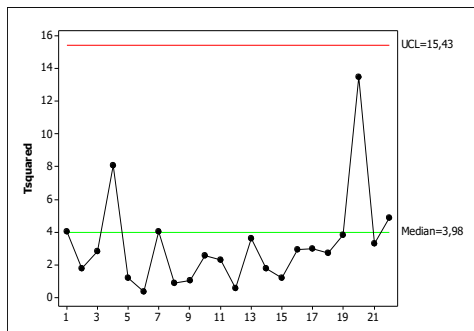


Gambar 4.3 Perbaikan Peta Kendali M Proses Produksi November 2017

Gambar 4.3 menunjukkan secara visual bahwa variabilitas proses proses formulasi produk decis tidak terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali Atas sebesar 15,6304 dan Batas Kendali Bawah sebesar 0,0297. Kesimpulan yang didapatkan yaitu bahwa variabilitas proses proses formulasi produk decis telah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu memonitoring *mean* proses dengan Peta Kendali T^2 Hotelling Individu yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.

4.1.3 Analisis Peta Kendali T^2 Hotelling Individu Fase I

Pengendalian variabilitas proses yang telah terkendali berdasarkan pengamatan individu, maka dapat melanjutkan pengendalian terhadap *mean* proses menggunakan Peta Kendali T^2 Hotelling Individu. Hasil pengendalian *mean* proses menggunakan diagram kontrol T^2 Hotelling dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta Kendali T^2 Hotelling Individu Produksi November 2017

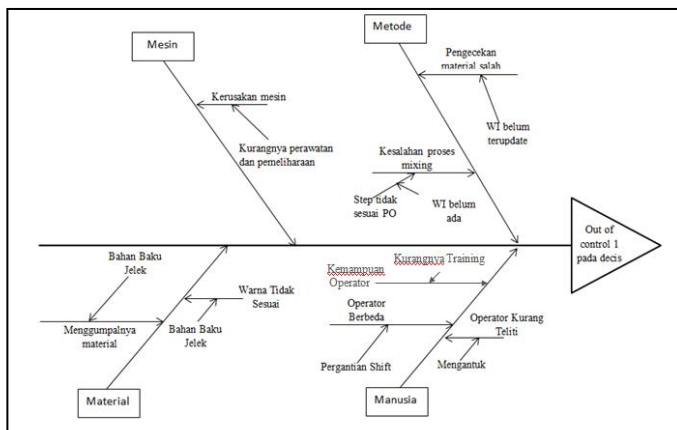
Gambar 4.4 merupakan Peta Kendali T^2 Hotelling Individu yang didapatkan dengan cara menghitung statistik T^2 Hotelling dari Persamaan (2.6) dan Batas Kendali Atas serta Batas Kendali Bawah yang ditunjukkan Persamaan (2.7) sehingga diperoleh *Output* yang ditunjukkan pada Lampiran 14. Gambar 4.4 menunjukkan secara visual bahwa mean proses formulasi produk decis tidak terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali. Yang memiliki nilai Batas Kendali Atas sebesar 15,43 dan Batas

Kendali Bawah sebesar 0. Kesimpulan yang didapatkan yaitu bahwa mean proses formulasi produk decis terkendali secara statistik.

Pengendalian kualitas fase I yang digunakan untuk memonitoring variabilitas proses dan mean proses terdapat data yang *out of control* pada peta kendali M sehingga perlu melanjutkan ke diagram ishikawa.

4.1.4 Diagram Ishikawa Proses Produksi Decis Fase I

Diagram *Ishikawa* digunakan untuk menjelaskan faktor-faktor penyebab produk keluar dari batas spesifikasi dan tidak terkendalnya proses yang digambarkan dalam bentuk diagram tulang ikan dan biasa juga disebut sebagai diagram *Ishikawa*. Hasil penjelasan dari penyebab tidak terkendalnya proses berdasarkan Lampiran 2, dimana penyebab produk keluar dari batas spesifikasi dapat ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Diagram Ishikawa data Proses Produksi

Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa penyebab terjadinya *out of control* pada hasil analisis adalah disebabkan oleh empat faktor yaitu manusia, material, mesin dan metode. Pada faktor manusia memiliki beberapa penyebab diantaranya operator yang menganjur mengakibatkan jumlah material yang dibutuhkan

tidak sesuai dengan step yang ditentukan perusahaan atau dalam proses penimbangan masih terjadi kesalahan serta kemampuan operator yang kurang. Faktor lainnya yaitu material dimana ketika material tersebut memiliki kualitas yang kurang bagus akan mengakibatkan menggumpalnya material serta warna yang tidak sesuai.

Setelah diketahui penyebab tidak terkendalnya proses maka dilanjutkan pada analisis kapabilitas proses secara multivariat.

4.1.5 Indeks Kapabilitas Proses Fase I

Kapabilitas proses secara multivariat untuk mengukur kemampuan proses fase I pada bulan November 2017 didapatkan dari Persamaan (2.21) dengan menggunakan *Syntax* pada Lampiran 16. Kemampuan proses dikatakan tidak kapabel atau kemampuan proses buruk apabila nilai C_p kurang dari 1, sedangkan jika kemampuan proses sesuai apabila nilai C_p sama dengan 1, dan jika C_p lebih dari 1 maka kemampuan proses dikatakan sangat baik.

Hasil analisis indeks kapabilitas proses secara multivariat didapatkan nilai C_p sebesar 1,99. Nilai C_p tersebut menunjukkan bahwa selama bulan November 2017 kemampuan proses formulasi produk decis dapat dikatakan sangat baik karena nilai C_p yang lebih dari 1, namun masih perlu dipantau secara terus-menerus. Pengendalian proses terhadap variabilitas dan mean proses pada fase I telah terkendali maka dilanjutkan ke fase II yaitu untuk mengendalikan proses produksi pada bulan Desember 2017. Untuk membandingkan perbedaan antara fase I dan fase II menggunakan analisis MANOVA yang ditunjukkan sebagai berikut.

4.2 *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*

Sebelum menggunakan analisis MANOVA ini terdapat asumsi yang harus dipenuhi terlebih dahulu yaitu uji homogenitas matriks varians kovariansnya.

$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2$ (matriks varians kovarians fase I dan fase II homogen)

H_1 : minimal ada satu matriks varians kovarians fase I dan fase II yang tidak homogen

Pengujian homogenitas varians kovarians ini menggunakan taraf signifikan sebesar 5% dengan digunakan statistik uji C pada Persamaan (2.14) dan data pada Lampiran 1 dan 2 yang telah digabung sehingga diperoleh *Output software* ditunjukkan pada Lampiran 12. Nilai *P-value* sebesar 0,067 lebih besar dibandingkan dengan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak.

Kesimpulan yang dapat diambil dari keputusan tersebut adalah matriks varians kovarians fase I dan fase II homogen. Asumsi matriks varians kovarians yang terpenuhi maka untuk mengetahui perbedaan fase I dan fase II digunakan uji Manova. Uji Manova ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antar fase 1 dan fase 2 dalam proses formulasi produk decis dimana asumsi homogenitas matriks varians kovarians terpenuhi.

Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) untuk membandingkan rata-rata dari fase I dan Fase II menggunakan nilai *Wilk's Lambda* ditunjukkan pada persamaan (2.19) dengan digunakan statistik uji C pada Persamaan (2.14) dan diperoleh *Output software* yang ditunjukkan pada Lampiran 13 dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_g = 0$

H_1 : minimal ada satu pasang $\tau_g \neq 0$,

Taraf signifikan : 0,05

Daerah penolakan:

H_0 ditolak, apabila $p_{\text{value}} < \alpha$ atau $F_{\text{hitung}} > F_{(\alpha; df_1; df_2)}$

Statistik Uji :

Tabel 4.1 MANOVA

Effect	F	Df1	Df2	Pvalue
Wilks' Lambda	11,616	3	31	0,00

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} sebesar 11,616 yang lebih besar dari 2,911 atau nilai $pvalue$ (0,00) kurang dari 0,05 yang artinya tolak H_0 . Sehingga dapat disimpulkan terdapat pergeseran proses antara fase I dan fase II. Setelah diketahui adanya pergeseran proses maka peta kendali pada fase II menggunakan batas kendali baru.

4.3 Analisis Kapabilitas Fase II

Analisis pengendalian kualitas fase II digunakan untuk mengetahui jika pengamatan pada fase I *out of control* dilakukan *improve* atau tidak. Fase II pada penelitian ini menggunakan data proses formulasi produk decis bulan Desember 2017 dengan pengamatan individu yang ditunjukkan di Lampiran 2. Data ini terdapat tiga jenis karakteristik kualitas (multivariat) sehingga peta kendali multivariat yang cocok untuk pengamatan individu adalah peta kendali M untuk memantau variabilitas proses dan peta T^2 Hotelling individu untuk memantau *mean* proses, dengan asumsi dependensi variabel dan berdistribusi normal multivariat harus terpenuhi terlebih dahulu.

4.3.1 Pengujian Asumsi Fase II

Peta kendali multivariat memerlukan beberapa asumsi yaitu dependensi antar variabel dan distribusi normal multivariat. Analisis proses produksi fase II pada penelitian ini digunakan data proses formulasi produk decis bulan Desember 2017 pada Lampiran 2, dimana hasilnya ditunjukkan sebagai berikut.

A. Independensi Variabel Antar Karakteristik Kualitas Fase II

Pengujian independensi dilakukan untuk mengetahui hubungan dari ketiga variabel yang digunakan yaitu *Deltamethrine*, *Density*, dan pH apakah dependen atau tidak.

Hipotesis dan hasil pengujian menggunakan metode *Bartlett Test* adalah sebagai berikut.

$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Hubungan antara variabel X_1 , X_2 , dan X_3 saling independen)

$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Hubungan antara variabel X_1 , X_2 , dan X_3 saling dependen)

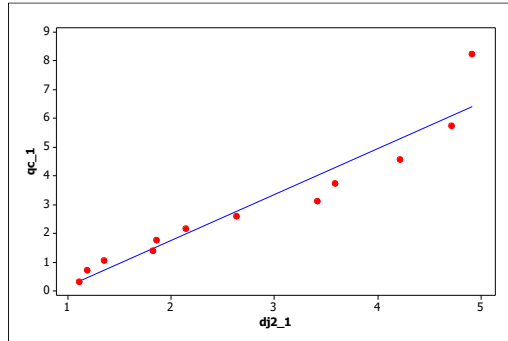
Pengujian independensi variabel ini digunakan taraf signifikan sebesar 5% dengan digunakan statistik uji χ^2 pada Persamaan (2.11) dan data pada Lampiran 2 maka diperoleh *Output software* ditunjukkan pada Lampiran 4. Nilai χ^2 yang diperoleh sebesar 2,138 lebih kecil dari $\chi^2_{0,05;3}$ yaitu sebesar 7,814 serta didapatkan *P-value* sebesar 0,544 lebih besar dibandingkan dengan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak.

Kesimpulan yang dapat diambil dari keputusan tersebut adalah hubungan antara variabel *Deltamethrine*, *Density*, dan pH saling independen (tidak berhubungan). Hal ini tidak sesuai dengan fakta dilapangan bahwa ketiga variabel saling berhubungan, dimana jika semakin besar nilai density kemungkinan *deltamethrine* semakin kecil dan pH akan semakin besar sedangkan hubungan variabel tersebut terhadap produk yaitu jika banyak kandungan didalam produk semakin besar maka presentase didalam produk atau volumenya semakin besar, begitupun sebaliknya sehingga dapat dikatakan dependen. Asumsi dependensi variabel yang telah terpenuhi dapat dilanjutkan ke asumsi selanjutnya yaitu berdistribusi normal multivariat.

B. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase II

Pemeriksaan distribusi normal multivariat akan dilakukan pada ketiga karakteristik kualitas, yakni *Deltamethrine*, *Density*, dan pH untuk mengetahui apakah proses formulasi produk decis berdistribusi normal multivariat atau tidak. Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan dengan melihat *Chi-square Plot*

antara d_i^2 dengan $q_i = \chi^2_{(p;(n-j+0,5)/n)}$ yang ditunjukkan pada Gambar 4.5



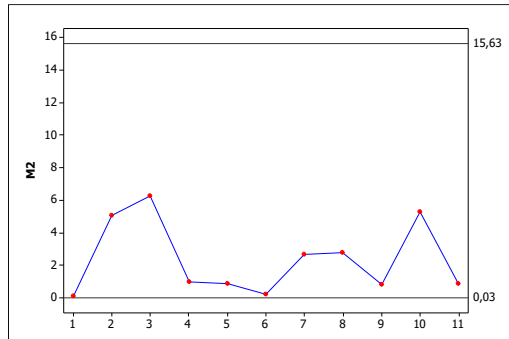
Gambar 4.6 Chi-square Plot Data Proses Produksi Desember 2017

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa secara visual bahwa *plotting* garis merah mengikuti garis linier, sehingga disimpulkan data proses formulasi produk decis berdistribusi normal multivariat. Proporsi distribusi normal multivariat pada Lampiran 7 juga menunjukkan data berdistribusi normal multivariat dikarenakan proporsi yang didapatkan sebesar 0,5 atau tepat 50%. Kedua asumsi peta kendali multivariat yaitu independensi variabel dan distribusi normal multivariat telah terpenuhi, sehingga dapat dilanjutkan ke analisis selanjutnya yaitu membuat Peta Kendali M untuk mengukur variabilitas proses dan Peta Kendali T^2 Hotelling Individu untuk mengukur mean proses.

4.2.2 Analisis Peta Kendali M Fase II

Peta kendali M digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses untuk data multivariat berdasarkan pengamatan individu. Pengendalian proses produksi terhadap variabilitas ini menggunakan data di Lampiran 2. Cara menghitung statistik M diperoleh dari Persamaan (2.4) dengan menggunakan program *Syntax* pada Lampiran 8 sehingga diperoleh *Output* pada Lampiran 11. Pengendalian proses dilakukan terlebih dahulu dengan melihat apakah variabilitasnya terkendali atau belum, jika telah terkendali maka dilanjutkan dengan melihat *mean*

prosesnya. Batas kendali yang digunakan pada fase II menggunakan Batas kendali baru, Hasil analisis pengendalian variabilitas proses formulasi produk decis ditunjukkan pada Gambar 4.6.

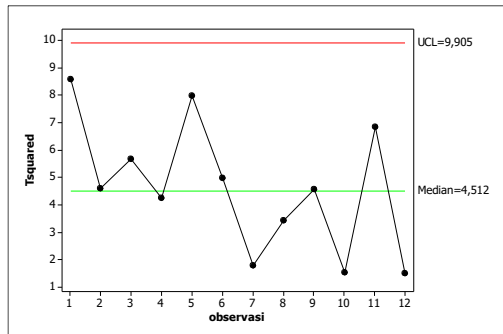


Gambar 4.7 Peta Kendali M Proses Produksi Decis Fase II

Gambar 4.7 dapat menunjukkan secara visual bahwa variabilitas proses formulasi produk decis memiliki Batas Kendali Atas sebesar 15,6304 dan Batas Kendali Bawah sebesar 0,03, dimana tidak terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali. Sehingga dapat disimpulkan pada proses formulasi produk decis bulan Desember 2017 telah terkendali secara statistik

4.2.3 Analisis Peta Kendali T^2 Hottelling Individu Fase II

Pengendalian variabilitas proses yang telah terkendali berdasarkan pengamatan individu dapat dilanjutkan pengendalian terhadap *mean* proses menggunakan Peta Kendali T^2 Hotelling Individu. Batas Kendali yang digunakan pada fase II menggunakan Batas Kendali baru. Hasil pengendalian *mean* proses produksi dengan Peta Kendali T^2 Hotelling Individu dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Peta Kendali T^2 Hotelling Individu Fase II

Gambar 4.8 merupakan Peta Kendali T^2 Hotelling Individu fase II yang didapatkan dengan cara menghitung statistik T^2 Hotelling dari Persamaan (2.6) dan Batas Kendali Atas serta Batas Kendali Bawah fase II yang ditunjukkan Persamaan (2.8), sehingga didapatkan *Output* pada Lampiran 15. Gambar tersebut menunjukkan secara visual bahwa mean proses formulasi produk decis memiliki fluktuasi plot-plot pengamatan yang stabil serta tidak terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali Atas sebesar 9,905 dan Batas Kendali Bawah sebesar 0.

Mean proses formulasi produk decis pada fase II telah terkendali secara statistik karena tidak ada pengamatan yang keluar dari batas kendali atas maupun batas kendali bawah sehingga dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu menganalisis kapabilitas proses formulasi produk decis tersebut.

4.2.4 Indeks Kapabilitas Proses Fase II

Pengendalian kualitas fase II pada data proses formulasi produk decis bulan Desember 2017 yang digunakan untuk memonitoring variabilitas proses dan *mean* proses dengan hasil telah terkendali dapat dilanjutkan pada analisis kapabilitas proses secara multivariat yang ditunjukkan pada Persamaan (2.23) dengan menggunakan *Syntax* pada Lampiran 17. Kemampuan proses dikatakan tidak kapabel atau kemampuan proses buruk apabila nilai C_p kurang dari 1, sedangkan jika kemampuan proses sesuai apabila nilai C_p sama dengan 1, dan jika C_p lebih dari 1

maka kemampuan proses dikatakan sangat baik. Hasil analisis indeks kapabilitas proses secara multivariat didapatkan nilai C_p sebesar 4,28. Nilai C_p tersebut menunjukkan bahwa selama bulan Desember 2017 kemampuan proses hasil proses formulasi produk decis dikatakan sangat baik karena nilai C_p yang lebih dari 1, namun masih perlu dipantau secara terus-menerus pada sistem kerja masing-masing variabel kualitas yaitu *Deltamethrine*, *Density*, dan *Ph*.

Hasil proses formulasi produk decis bulan November 2017 (Fase I) hingga bulan Desember 2017 (Fase II) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Hasil proses produk decis

Fase	Peta Kendali M	Peta Kendali T^2 Hotelling Individu	Indeks Kapabilitas Proses
I	Terkendali	Terkendali	1,99
II	Terkendali	Terkendali	4,28

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Proses produksi decis telah terkendali secara statistik pada bulan November 2017 dengan nilai C_p sebesar 1,99 dan bulan Desember 2017 dengan nilai sebesar 4,28, yang berarti bahwa proses produksi decis memiliki kemampuan proses yang sangat baik atau telah kapabel dan mengalami peningkatan proses produksi.
2. Ketidaksesuaian yang sering terjadi di proses produksi produk decis disebabkan karena WI belum terupdate, kurangnya perawatan dan pemeliharaan mesin, kualitas bahan baku kurang bagus, dan kurangnya training untuk operator serta kondisi operator.

5.2 Saran

PT. Bayer Indonesia perlu melakukan *preventif maintenance* atau pengecekan mesin secara terus-menerus agar dapat meminimalisir ketidaksesuaian produk. PT. Bayer Indonesia memerlukan tambahan pengawas yang bertanggung jawab pada keseluruhan operator sehingga kinerja dari setiap operator dapat maksimal dalam melakukan tugasnya. PT. Bayer Indonesia perlu melakukan pemantauan secara ketat terhadap bahan baku sehingga tidak terjadi peningkatan pada kandungan yang ada pada produk decis serta menjaga proses produksi agar nilai C_p tetap baik.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Heizer, J., Render, B., and Munson, C. 2017. *Operations Management Sustainability and Supply Chain Management*. Edisi ke-12. Boston: Pearson Education, Inc.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Khoo, M. B., & Quah, S. H. 2003. *Multivariate Control Chart For Process Dispersion Based On Individual Observations* (Vol. 15). Penang, Malaysia: University Sains Malaysia.
- Kotz, S., & Johnson, N. L. 1993. *Process Capability Indices*. United Kingdom: Springer-Science+Business Media, B.V.
- Montgomery, D. C. 2013. *Introduction To Statistical Quality Control*. Edisi 7. Arizona State University: Wiley.
- PT. Bayer Indonesia. 2018. *Poultry*. Diakses pada tanggal 22 Januari 2018, yang berasal dari website Poultry Feed: <https://http://www.bayer.co.id/id/produk/area-produk/crop-science/decis.php>
- Rencher, Alvin C. 2002. *Method of Multivariate Analysis*. Canada: Wiley Interscience, page 265.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Proses Produksi Produk Decis November 2017 sebagai Fase I

No	Batch	Deltamethrine	Density	ph
1	PI05001881	25,100	0,908	5,190
2	PI05001882	25,020	0,907	5,850
3	PI05001883	25,830	0,910	5,620
4	PI05001884	24,400	0,910	6,550
5	PI05001885	24,680	0,910	5,580
6	PI05001886	25,360	0,910	5,690
7	PI05001880	25,370	0,907	5,670
8	PI05001887	25,450	0,911	5,870
9	PI05001889	25,500	0,909	5,770
10	PI05001888	24,410	0,910	5,680
11	PI04001509	25,160	0,912	5,550
12	PI05001890	25,060	0,909	5,740
13	PI05001891	25,290	0,913	5,350
14	PI05001892	25,160	0,912	5,760
15	PI05001893	25,400	0,911	5,690
16	PI05001894	25,240	0,913	5,680
17	PI05001895	24,820	0,912	5,470
18	PI05001896	25,420	0,913	5,640
19	PI05001897	24,900	0,907	5,480
20	PI05001898	25,790	0,906	6,900
21	PI05001898	25,790	0,906	6,900
22	PI05001908	24,540	0,909	6,190
23	PI05001910	24,870	0,906	6,140

Lampiran 2. Data Proses Produksi Produk Decis Desember 2017 sebagai Fase II

No	batch	deltamethrine	density	ph
1	PI05001917	24,540	0,906	6,600
2	PI05001909	24,620	0,906	6,450
3	PI05001918	24,290	0,909	6,480
4	PI05001919	24,840	0,906	5,650
5	PI05001920	24,440	0,907	5,580
6	PI05001931	24,810	0,906	5,620
7	PI05001932	24,900	0,906	5,820
8	PI05001933	24,170	0,906	6,190
9	PI05001934	24,090	0,908	6,020
10	PI05001935	24,200	0,907	6,190
11	PI05001936	25,280	0,907	6,210
12	PI05001937	24,850	0,907	6,150

Lampiran 3. *Output* Independensi Variabel Fase I

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.514
Approx. Chi-Square		6.266
Bartlett's Test of Sphericity	Df	3
Sig.		.099

Lampiran 4. *Output* Independensi Variabel Fase II

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.595
Approx. Chi-Square		2.138
Bartlett's Test of Sphericity	Df	3
Sig.		.544

Lampiran 5. Program *Syntax* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

```

Macro
NormalMultivariate X.1-X.p qc dj2
MConstant i j n p Prop Tengah
MColumn x.1-x.p xj Kali d dj2 qc Prob
MMatrix MCova MCoval xjxbar
#-- 1.1. Dapatkan Nilai dj2 --#
let n=count(x.1)
Covariance X.1-X.p MCova
invers MCova MCoval
do i=1:n
  do j=1:p
    let xj(j)=x.j(i)-mean(x.j)
  enddo
  copy xj xjxbar
  mult MCoval xjxbar Kali
  let d=Kali*xj
  let dj2(i)=sum(d)
enddo
sort dj2 dj2
#-- 1.2. Dapatkan Nilai qc --#
do i=1:n
let Prob(i)=1-(n-i+0.5)/n
enddo

```

Lampiran 5. Lanjutan

```
let Prop=Prop/n
print Prop
#-- 3. Mencari Nilai Korelasi --#
corr qc dj2
name qc 'qc'
name dj2 'dj2'
endmacro
```

Lampiran 6. *Output* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat
Fase I

```
Prop      0,565217

Pearson correlation of C4 and C5 = 0,971
P-Value = 0,000
```

Sampel ke-	qc	dj ²	16	3,459242	3,280399
1	0,195822	0,415802	17	3,811005	3,36428
2	0,426181	0,530693	18	4,215341	3,477183
3	0,62232	0,900215	19	4,693672	3,983609
4	0,806858	0,979781	20	5,283542	4,224664
5	0,987205	1,070032	21	6,060667	7,436945
6	1,167249	1,309962	22	7,219627	7,436945
7	1,349595	1,400609	23	9,654919	8,002604
8	1,536322	1,495151			
9	1,729321	1,523986			
10	1,930499	2,02151			
11	2,141922	2,220756			
12	2,365974	2,220898			
13	2,605525	2,340719			
14	2,86418	3,100014			
15	3,146632	3,263242			

Lampiran 7. *Output* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase II

Prop 0,500000

Pearson correlation of C9 and C10 = 0,953

P-Value = 0,000

Sampel ke-	qc	dj ²
1	0,308967	1,120711
2	0,692358	1,194073
3	1,039619	1,35359
4	1,388071	1,828522
5	1,753981	1,860019
6	2,150988	2,144744
7	2,595191	2,640298
8	3,109827	3,419852
9	3,733918	3,592967
10	4,544749	4,214188
11	5,739413	4,720581
12	8,220561	4,910455

Lampiran 8. Program *Syntax* Peta Kendali M

```
%Program Peta Kendali M
data= load ('namadata.txt')
alpha= nilai alfa yang ingin dimasukkan
[m,p]=size(data)
%Menghitung Matriks Kovarian
S=cov(data)
```

Lampiran 8. Lanjutan

```

%Menghitung Successive Difference
n=m-1
for i=1:n
    for j=1:p
        k=i+1
        V(i,j)=data(k,j)-data(i,j)
    end
end

%Menghitung Statistik M
inv_S=inv(S)
Vt=V.'
for j=1:n
    M(j,1)=(1/2)*V(j,:)*inv_S*Vt(:,j)
end

%Menghitung Batas Kendali
ucl=chi2inv(1-(alpha/2),p)
lcl=chi2inv(alpha/2,p)

%Meta Kendali
for j=1:n
    bka(j,1)=ucl
end
for j=1:n
    bkb(j,1)=lcl
end
x=1:m-1
y=M
plot(x,y,'b*-','x,bka','k-',x,bkb,'k-')
title('Peta Kendali M Fase I')
xlabel('observasi ke-')
ylabel('M')
text(k,ucl,'UCL')
text(k,lcl,'LCL')

```


Lampiran 8. Lanjutan

```
%Jumlah Observasi Yang Keluar
for j=1:n
    if(M(j,1)>ucl)|(M(j,1)<lcl)
        o(j,1)=j; else o(j,1)=0
    end;
end;
obs=sum(o)
%Observasi Yang Keluar
for j=1:n
    if(M(j,1)>ucl)|(M(j,1)<lcl)
        obs(j,1)=j; else obs(j,1)=0
    end;
end;
obs_out=obs
```

Lampiran 9. *Output* Statistik Uji M Data November 2017

No.	Statistik M	No.	Statistik M
1	1,280269	12	1,719133
2	2,981467	13	0,540631
3	10,34133	14	0,373791
4	3,755588	15	0,554332
5	1,373931	16	0,868967
6	1,145013	17	1,332309
7	2,626547	18	5,870705
8	0,667267	19	7,543137
9	3,596382	20	0
10	2,1626	21	5,438522
11	0,907086	22	1,554062

Lampiran 10. Output Statistik Uji M Perbaikan Data November 2017

No.	Statistik M	No.	Statistik M
1	1,540703	12	1,766656
2	2,864651	13	0,618581
3	9,87192	14	0,368004
4	4,059265	15	0,557021
5	1,529646	16	0,971098
6	1,101881	17	1,465345
7	2,512865	18	5,648131
8	0,637067	19	10,2772
9	3,935916	20	7,166988
10	2,115463	21	1,542599
11	0,912745		

Lampiran 11. Output Statistik Uji M Data Desember 2017

No.	Statistik M	No.	Statistik M
1	0,114545	7	2,685205
2	5,080338	8	2,774118
3	6,261605	9	0,826026
4	0,999667	10	5,309695
5	0,880959	11	0,885692
6	0,238305		

Lampiran 12. Output uji Box's M

**Box's Test of Equality of
Covariance Matrices^a**

Box's M	13.353
F	1.966
df1	6
df2	3218.802
Sig.	.067

Lampiran 13. Output uji MANOVA

Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis s df	Error df	Sig.	Partial Eta Square d
Intercept	Pillai's	1.000	2626310.47	3.000	31.00	.00	1.000
	Trace		1 ^b		0	0	
	Wilks'	.000	2626310.47	3.000	31.00	.00	1.000
	Lambda		1 ^b		0	0	
	Hotelling's	254159.07	2626310.47	3.000	31.00	.00	1.000
	Trace	8	1 ^b		0	0	
	Roy's	254159.07	2626310.47	3.000	31.00	.00	1.000
	Largest	8	1 ^b		0	0	
Fase	Root						
	Pillai's	.529	11.616 ^b	3.000	31.00	.00	.529
	Trace				0	0	
	Wilks'	.471	11.616 ^b	3.000	31.00	.00	.529
	Lambda				0	0	
	Hotelling's	1.124	11.616 ^b	3.000	31.00	.00	.529
	Trace				0	0	
	Roy's	1.124	11.616 ^b	3.000	31.00	.00	.529
	Largest				0	0	
	Root						

Lampiran 14. *Output* Statistik Uji T^2 Hotelling Individu Data November 2017

No.	T^2 Hotelling Individu	No.	T^2 Hotelling Individu
1	4,054673	12	0,570535
2	1,790032	13	3,62984
3	2,8392	14	1,762319
4	8,101468	15	1,183278
5	1,223661	16	2,933789
6	0,378845	17	3,002459
7	4,024361	18	2,722474
8	0,870911	19	3,852047
9	1,063107	20	13,51365
10	2,586523	21	3,294963
11	2,306177	22	4,905161

Lampiran 15. *Output* Statistik Uji T^2 Hotelling Individu Data Desember 2017

No.	T^2 Hotelling Individu
1	9,72505
2	5,627033
3	5,996886
4	4,266287
5	8,563595
6	4,923788
7	1,775235
8	3,644934
9	3,636132
10	1,380828
11	7,138542
12	1,28297

Lampiran 16. Program *Syntax* Kapabilitas Proses Multivariat Fase I

```
macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 t3 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.22 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek mvekt s cm2 cm3
cm4 vo voin
```

Lampiran 16. Lanjutan

```

noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1:p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin

trans am1 am2
mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.22
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
mult mvekt ainv am5
mult am5 mvek am6
add s am6 s
print i s
enddo
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=25.05
let t2=0.92

```

Lampiran 16. Lanjutan

```

let t3=5.75
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
let c.3=mean(x.3)-t3
print c.1-c.3
copy c.1-c.3 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2

print k2
let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-1)*p/sbaru)
print cp
endmacro

```

Lampiran 17. Program *Syntax* Kapabilitas Proses Multivariat Fase I

```

macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 t3 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.12 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek mvekt s cm2 cm3
cm4 vo voin

```

Lampiran 17. Program *Syntax* Kapabilitas Proses Multivariat Fase II

```
noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1:p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin
trans am1 am2
mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.12
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
mult mvekt ainv am5
mult am5 mvek am6
add s am6 s
print i s
enddo
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=25.05
let t2=0.92
let t3=5.75
```

Lampiran 17. Lanjutan

```
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
let c.3=mean(x.3)-t3
print c.1-c.3
copy c.1-c.3 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2
print k2
let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-1)*p/sbaru)
print cp
endmacro
```


Lampiran 18. Surat Penerimaan Pengambilan Data



SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi IST dengan identitas berikut :

Nama : Nadia Lady Thalia
NRP : 1061150000079

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir merupakan data sekunder yang diambil dari perusahaan kami :

Nama Perusahaan : PT. Bayer Indonesia
Departemen : Quality Assurance (QA)
Keterangan : Data hasil proses produksi Decis EC25 Bulan
November – Desember tahun 2017

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Demikian pemberitahuan kami, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Surabaya, 9-Juli-2018

PT. BAYER INDONESIA

Anton Arwanto
QA Supervisor

PT. Bayer Indonesia
Mid Plaza 1, 11th Floor
Jl. Jend. Sudirman Kav.10-11
Jakarta 10220
Indonesia
Tel. +62 21 5703661 (hunting)
Fax. +62 21 57907062
www.bayercropsscience.com

Plant Address:
Jl. Rungkut Industri I/12
Surabaya 60292
Tel. +62 31 8438627
+62 31 8438628
Fax. +62 31 8439541

Lampiran 19. Surat Pernyataan Keaslian Data

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS :

Nama : Nadia Lady Thalia

NRP : 10611500000079

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data
sekunder yang diambil dari :

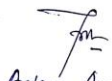
Sumber : Quality Assurance (QA) PT. Bayer Indonesia Surabaya


Keterangan : Data hasil proses produksi produk Decis Tahun 2017

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data,
maka saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.


Mengetahui,
Pejabat Pemberi Data,

Surabaya,
Yang membuat Pernyataan


(Anton Arum)
NIP.


(Nadia Lady Thalia)
NRP. 10611500000079

Mengetahui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir,


(Dra. Lucia Aridinanti, MT)
NIP. 19610131 198701 2 001

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Nadia Lady Thalia biasa dipanggil Thalia. Penulis dilahirkan di Surabaya, 9 Maret 1997 sebagai anak kedua dari lima bersaudara oleh pasangan suami istri, Drs. Widodo dan Rullyani. Penulis bertempat tinggal di Surabaya dan telah menempuh pendidikan formal dimulai dari TK Bahari, SDN Kaliasin III Surabaya (2002-2009), SMP Negeri 4 Surabaya (2009-2012), dan SMA Negeri 4 Surabaya (2012-2015). Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan studinya di Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS angkatan 2015 yang merupakan keluarga besar “*HEROES*” dengan nomor sigma $\sigma_{02.075}^2$. Tahun pertama, penulis bergabung dengan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) yaitu Futsal ITS. Tahun kedua, penulis mengembangkan minatnya dalam bidang organisasi di jurusan atau mengikuti kegiatan himpunan sebagai staff serta mendapat amanah menjadi wakil bidang usaha di organisasi IHMSI (ikatan himpunan mahasiswa statistika indonesia). Pada akhir semester 4, penulis mendapatkan kesempatan pengalaman Kerja Praktek di PT. BAYER INDONESIA jl. Rungkut Industri, Surabaya. Pada tahun terakhir penulis mengikuti organisasi di HIMADATA-ITS sebagai bendahara, selain pernah mengikuti organisasi penulis juga sering mengikuti kegiatan kepanitiaan yaitu panitia kulap MO, MM. Segala kritik dan saran akan diterima oleh penulis untuk perbaikan kedepannya, Jika ada keperluan atau ingin berdiskusi dengan penulis dapat dihubungi melalui No. HP 083866225040 atau dihubungi melalui via *e-mail* yaitu pada nadialadythalia@gmail.com.

